القسم النظري

ملاحظات ضرورية في حل المسائل:

- **أنواع الحركة:**

الحركة المنتظمة

تكون السرعة ثابتة والتسارع معدوم ومعادلاتها:

$$A = 0, v = const$$

$$A = 0 \rightarrow \frac{dv}{dt} = 0 \rightarrow v = const$$

$$v = \frac{ds}{dt} = const \rightarrow ds = const\ dt \rightarrow s_1 - s_0 = const$$

الحركة المتسارعة بانتظام

يكون فيها التسارع ثابت ومعادلاتها:

$$A = const$$

$$A = const \rightarrow \frac{dv}{dt} = const \rightarrow dv = const.dt$$

$$v - v_0 = const.t \rightarrow v = A.t + v_0$$

$$v = \frac{ds}{dt} = A.t + v_0 \rightarrow ds = (A.t + v_0)dt$$

$$s - s_0 = \frac{1}{2}A.t^2 + v_0.t$$

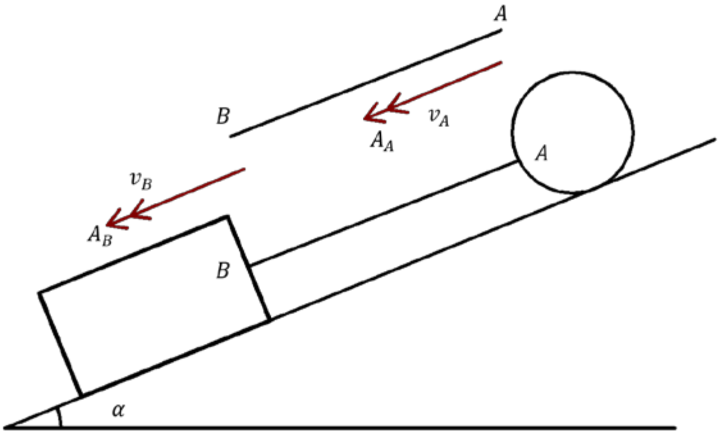
- **أشكال الحركة:**

الحركة الانسحابية

- ميزاتها:

الجسم المتحرك حركة انسحابية يكون لجميع نقاط الجسم المتحرك في نفس جهة السرعة ونفس القيمة العددية ولها مركبة واحدة موازية لمنحى الحركة

مثال: ساق تربط بين قرص في طرفها الأول تتصل في طرفها الآخر مع جسم آخر حيث تكون سرعة A تساوي سرعة B



وتسارعA يساوي تسارعB

لأنهما نقطتان من الجسم AB والذي هو قضيب يتحرك حركة انسحابية

حركة دورانية

- ميزاتها:

الجسم المتحرك حركة دورانية يتميز بوجود سرعة زاوية ω وتسارع زاوي ε حول مركز الدوران حيث تحسب السرعة الخطية عن طريق السرعة الزاوية $v_A = \omega . OA$

حيثO هو محور الدوران أما التسارع في الحركة الدورانية فله مركبتان

مماسي: $A_A^{\tau} = \varepsilon . OA = \frac{dv}{dt}$

وناظمي: $A_A^{n} = \omega^2 . OA = \frac{v_A^2}{OA} = v_A . \omega$

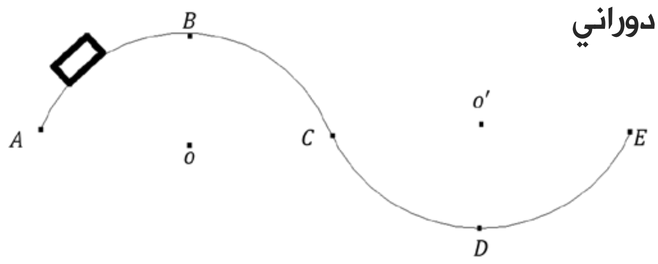
ولها شكلان:

- **دورانية مركزية:** يكون محور الدوران ينطبق على مركز كتل الجسم.
- **دورانية لامركزية:** يكون محور الدوران لا ينطبق على مركز كتل الجسم.

الحركة المنحنية

تكون الحركة المقيدة على مسار منحني وماينطبق على الحركة الدورانية ينطبق على الحركة المنحنية ولكن يختلف عنها بوجود مراكز تقعر بدلا من مركز دوراني

مثال:



حركة نقطة مادية على المسار ABCDE حيث يتميز هذا المسار بوجود مركزين تقعر و نقطتين انعطاف D, B وتكون نقاط بتسارع ناظمي معدوم لأنها شبه مستقيمة

أي : $A_n^B = \frac{v_B^2}{\rho_B} = \frac{v_B^2}{\infty} = 0$

الحركة المستوية العامة

تتألف من مجموع الشعاعي لحركتين :انسحابية لنقطة تسمى القطب ودورانية لجسم حول تلك النقطة:

$$\overrightarrow{v_A} = \overrightarrow{v_0} + v_{A\backslash 0}$$

$$\overrightarrow{A_A} = \overrightarrow{A_0} + \overrightarrow{A_{A\backslash 0}}$$

ومن المهم التمييز بين هذه الحركات قبل الخوض في مسائل التحريك

ويمكن تأويل الحركة حول مركز أني للسرع تكون فيه السرعة معدومة وبالتالي يمكن اعتباره مركز للدوران (تفصلنا فيه في مادة الحركة) و لإيجاده بشكل عام نمدد عواميد على منحيي سرعتين ويكون المركز الأني هو نقطة تقاطع العمودين

حالة خاصة (التدحرج بأشكاله): و تكون نقطة تماس ثابتة لأن سرعتها معدومة ويمكن أن تكون على أرض ثابتة أو مستندة على خيط ثابت

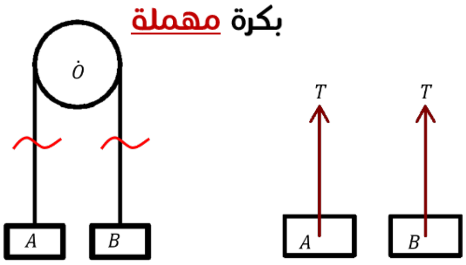
- **طرق نقل الحركة:**

1- السيور والحبال والوصلات والتماس

2- السيور والقضبان مهملة الكتلة (الوصلات)

تتميز بقوة شد ثابتة إذا كان الوصل مباشر أو عن طريق بكرة مهملة الكتلة

مثال للتوضيح:



مثال:

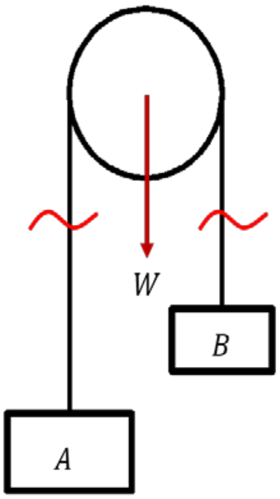
في حال كان القضيب له كتلة يعوض عن أماكن اتصالها بردي فعل Rx, Ry

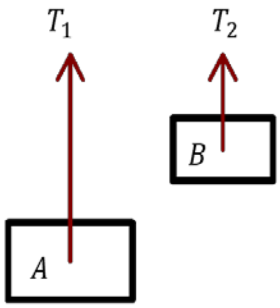
أما في حال كان الحبل ملتف على قرص له كتلة

تكون قوى الشد عند أطراف الحبل غير متساوية

مثال1:

$T_1 \neq T_2$





أعمال القوى

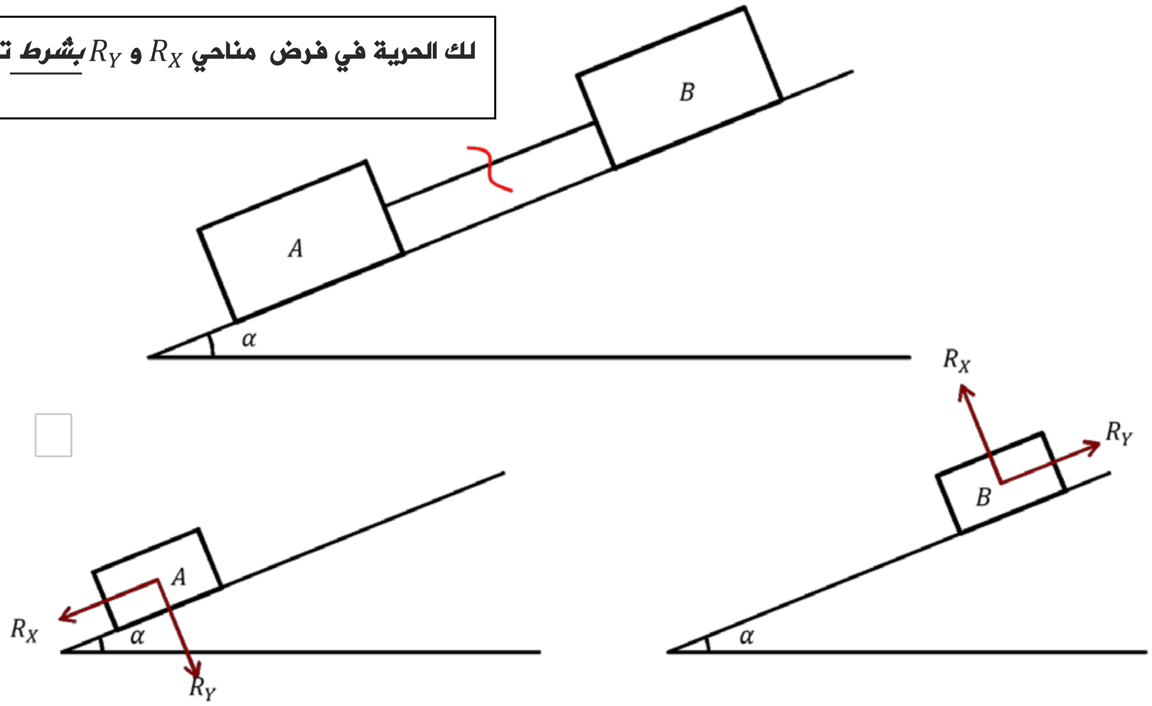
يستخدم العمل على الأغلب عند تطبيق مبدأ العمل والطاقة ويحسب العمل كمقدار جبري بين موضعين ابتدائي ونهائي فإذا كان منحى القوة عمودي على الانتقال فيكون العمل يساوي الصفر.

- **عمل الثقالة :**

- يعطي عمل الثقالة بجداء قوة ثقل الجسيم او مركز ثقل الجسم بالانتقال الشاقولي اي ان اذا كان الانتقال افقي كان عمل الثقالة معدوم ويكون العمل سالبا اذا كان الانتقال نحو الاعلى وموجب اذا كان الانتقال نحو الاسفل

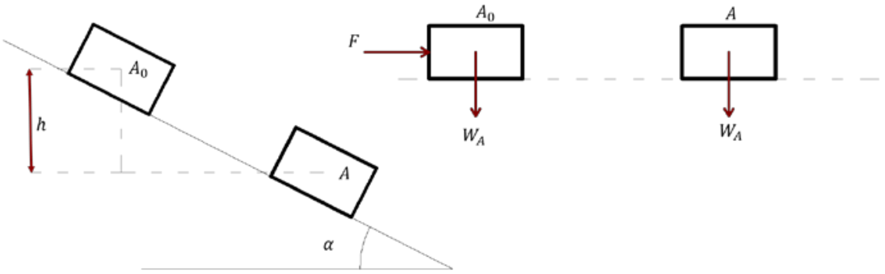
$$W_{wA} = \pm W_A . h$$

لك الحرية في فرض مناحي R_X و R_Y بشرط تعامدهما



- أمثلة:

$$W_{wA} = 0$$



-

- عمل مرونة النابض :

تعطى بالعلاقة $W_{Fk} = \frac{k}{2}({\Delta l_{in}}^2 - {\Delta l_{fin}}^2)$

حيث : Δl_{in}: الاستطالة البدائية

Δl_{fin}: الاستطالة النهائية

k : ثابت مرونة النابض

بشكل عام: تعطى استطالة النابض عند اي وضع بالقانون $\Delta l = l - l_0$

حيث:

l_0 : هي الطول الحر للنابض و هو الطول الي يستقر عنده النابض عند عدم وصله بأي ثقل او التاثير عليه بأي قوة

l هي طول النابض عند الوضع المدروس

فإذا كان النابض بطوله الحر عند الوضع المدروس $l = l_o$ (الاستطالة معدومة)

$$\Rightarrow \Delta l = l_o - l_o = 0$$

وبالتالي: $W_{F_k} = \frac{k}{2}(0 - \Delta l_{fin}^2)$

ويحسب Δl_{fin} من القانون العام : $\Delta l_{fin} = l_{fin} - l_o$

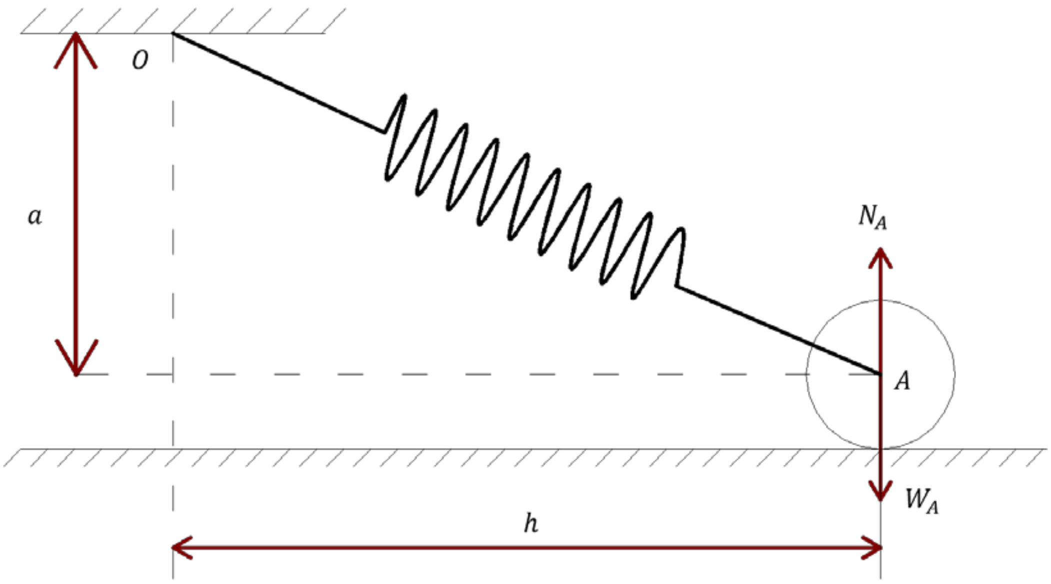
في حال كان النابض يمس الجسم في الوضع الابتدائي ويحرر منه في الوضع النهائي يكون:

$$\Delta l_{fin} = 0 \Rightarrow W_{F_k} = \frac{k}{2}(\Delta l_{fin}^2 - 0)$$

عمل ردود الأفعال (قوى القيد):

تكون على الأغلب معدومة لأن قوى الاتصال أو القيد إما تكون عمودية على الانتقال في كل لحظة أو نقطة تأثيرها لا تنتقل (مثال ردود أفعال المساند لا تنتقل نقطة تأثيرها) (على الأغلب وليس دائما)

مثال عام توضيحي:



قرص متجانس ينزلق على مستوي أفقي متصل بنابض ينتقل بمقدار h نحو اليسار فيصبح النابض بطوله الحر حيث طوله الحر l_o ووزن القرص W_A احسب أعمال القوى:

$W_A = 0$ (لأن القوة أفقية) أو (القوة عمودية على الانتقال)

$W_{N_A} = 0$ (لأن القوة عمودية على الانتقال في كل لحظة)

$$W_{F_k} = \frac{k}{2}(\sqrt{a^2 + h^2} - l_o)$$

حالة ثانية : يكون النابض بطوله الحر قبل بدء الحركة وينتقل القرص مسافة hنحو اليسار و الطول الحرl_0 فيكون :

$$W_{F_K} = \frac{k}{2}(\Delta l_{in}^2 - \Delta l_{fin}^2) = \frac{k}{2}(0 - \Delta l_{fin}^2)$$

ويحسب Δl_{fin} من القانون :

$$\Delta l_{fin} = l_{fin} - l_0 = a - l_0$$

$$W_{F_K} = -\frac{k}{2}(a - l_0)^2$$

حالة ثالثة :

ينتقل مسافة h نحو اليسار و طوله الحر l_0 فيكون :

$$W_{F_K} = \frac{k}{2}(\Delta l_{in}^2 - \Delta l_{fin}^2)$$

يحسب Δl_{in} هندسياً كالآتي:

$$\Delta \mathrm{l_{in}} = \sqrt{a^2 + h^2} - \mathrm{l_0}$$

$$\Delta l_{fin} = l_{fin} - l_0 = a - l_0$$

$$W_{F_K} = \frac{k}{2}(\Delta l_{in}^2 - \Delta l_{fin}^2) = \frac{k}{2}\left(\left(\sqrt{a^2 + h^2} - l_0\right)^2 - (a - l_0)^2\right)$$

عمل قوة الشد يعطى بالقانون :

$$W_T = T.\Delta l$$

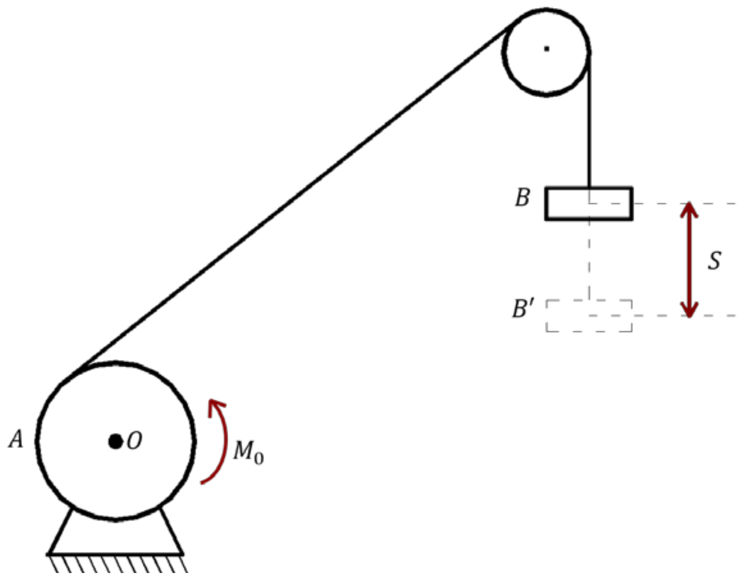
حيث Δl هو انتقال نقطة تأثير قوة الخيط(أو التغير في طول الحبل)(مقدار حركة الحبل

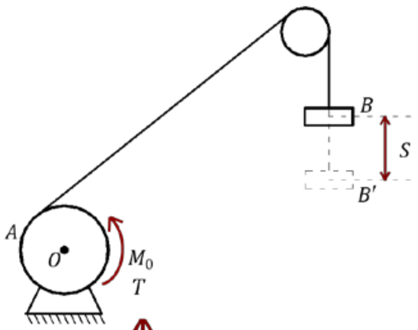
ويكون سالبا إذا كانت القوة بعكس جهة الانتقال

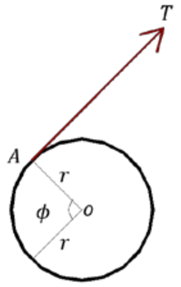
مثال:

يمكن حساب عمل قوة الشد بطريقتين حسب المعطيات في المسألة:

الحالة الأولى:



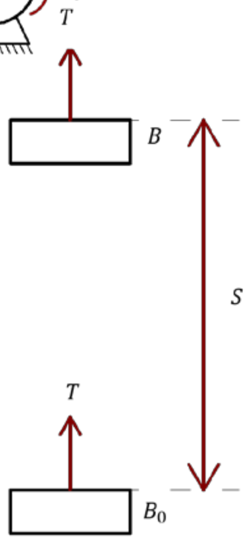




$$W_T = -\boldsymbol{T}.\Delta s$$

$$W_T = -T.\Delta\varphi.r$$

الحالة الثانية:



$$W_T = +\boldsymbol{T}.\Delta s$$

ولا فرق بين الطريقتين ولكن يجب الانتباه إلى الإشارات

وتلك حسب الجسم المدروس وجهة القوة المؤثرة عليه

عمل الاحتكاك :

يكون معدوم في حال التدحرج اما في حالة الانزلاق يطبق عليه قانون الاساسي العمل = القوة × الانتقال نقطة تاثير القوة .ويكون العمل موجب اذا كان جهة القوة بجهة الحركة ويكون سالبا اذا كانت جهة القوة بعكس جهة الحركة

ملاحظة : في حال الحركة المستوية اي قوة يمر منحاها من المركز الاني يكون عملها معدوم

مسائل الجسم الصلب و مسائل النقطة المادية

تختلف النقطة المادية عن الجسم الصلب حسب الوسط المدروس بتعبير اخر اكثر بساطة وجود عزم عطالة اي اذا وجد هذا العزم تكون المسالة لجسم صلب ولم يوجد يعامل معاملة النقطة المادية

للجسم الصلب نوعان :

1-جسم صلب متجانس

2- جسم صلب غير متجانس

فأما المتجانس يكون مركز ثقلة هو مركز الهندسي (اي في الوسط الجسم)ويعطى عزم عطالتة حسب الشكل اي

مثال:

للقرص مركزها A : $I_A = \frac{1}{2}mR^2$

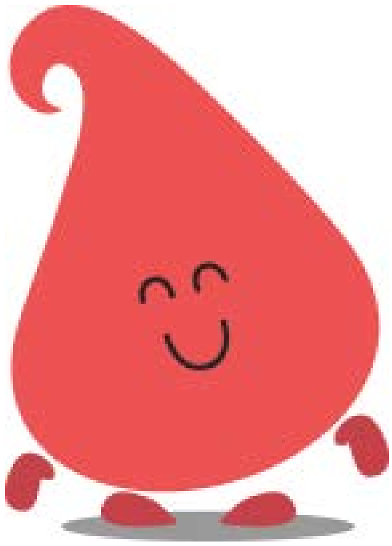
ساق مركزها G : $I_G = \frac{1}{12}ml^2$

و عزم العطالة بالنسبة لاي نقطة في جسم يعطى حسب نظرية هايغنز او (هويجنس) :

$$I_A = I_G + Md^2$$

وأما الجسم غير المتجانس يكون مركز ثقله لا ينطبق على مركزه الهندسي وفي هذا النوع من المسائل يعطيك بعد المركز الهندسي عن مركز الثقل $\overline{OG}$ ويعطيك I_G وفي بعض الحالات يعطيك ρ_G وهو نصف قطر العطالة و= I_G $m.\rho_G^2$

وحتى في هذه الحالة يمكن تطبيق هايغنز لنقل عزم العطالة إلى أي نقطة



عمل قوة مسببة للدوران

أحيانا نطبق على الجملة إن كان جائز أو قرص أو غير ذلك ويطلب منها حساب سرع الأجزاء... بديهيا نطبق مبدأ العمل والطاقة بين وضعين ولكن يجب الانتباه إلى أن لهذا العزم الخارجي عمل يضاف إلى أعمال القوى المؤثرة يعطى بالعلاقة:

$W_T = T.\Delta\varphi$ .... حيث φ هي زاوية الدوران الذي سببه العزم...